


**ZOOM LENS AND OPTICAL APPARATUS USING THE SAME**

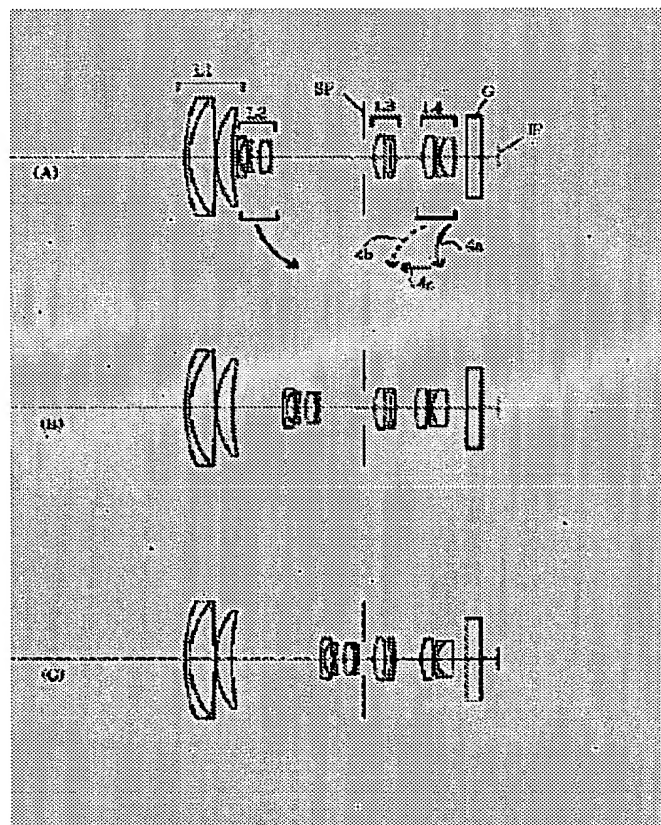
**Patent number:** JP2002131638  
**Publication date:** 2002-05-09  
**Inventor:** ITO YOSHIAKI  
**Applicant:** CANON INC  
**Classification:**  
- international: G02B15/16; G02B13/18  
- european:  
**Application number:** JP20000319966 20001019  
**Priority number(s):**

Also published as:

 JP2002131638 (A)**Abstract of JP2002131638**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a zoom lens utilizing a rear focus system having excellent performance over an entire zoom area and an entire object distance and having a high variable power ratio, and an optical apparatus using the zoom lens.

**SOLUTION:** This zoom lens is provided with a first group having positive refractive power, a second group having negative refractive power, a third group having positive refractive power and a fourth group having positive refractive power in order from an object side. In the zoom lens, variable power from a wide-angle end to a telephoto end is performed by moving the second group to an image surface side, and the moving of the image surface associated with the variable power is corrected by moving the fourth group. The fourth lens group is constituted of three lenses, that is, a positive lens having an aspherical surface and a cemented lens consisting of a negative lens and a positive lens in order from the object side, and satisfies a condition  $1.7 < Nal < 1.8$  assuming that the refractive index of the material of the positive lens having the aspherical surface is  $Nal$ .



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-131638

(P2002-131638A)

(43) 公開日 平成14年5月9日 (2002. 5. 9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 15/16  
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/16  
13/18

テーマコード\*(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-319966(P2000-319966)

(22) 出願日 平成12年10月19日 (2000. 10. 19)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 伊藤 良紀

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA15 PA09 PA20 PB12

QA02 QA07 QA17 QA21 QA25

QA34 QA42 QA45 RA05 RA12

RA13 RA32 RA42 SA23 SA27

SA29 SA32 SA63 SA65 SA72

SA74 SB04 SB15 SB23 SB34

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

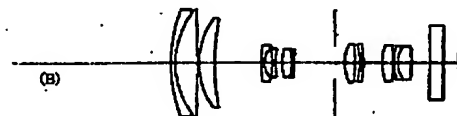
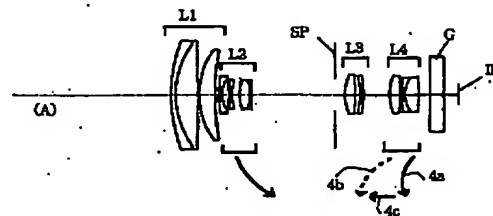
(57) 【要約】

【課題】 全ズーム域・全物体距離にわたって良好な性能を有する高変倍比のリアフォーカス式を利用したズームレンズ及びそれを用いた光学機器を得ること。

【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群を有し、前記第2群を像面側に移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面移動を第4群を移動させて補正するズームレンズであって、前記第4レンズ群は物体側より、順に非球面を有する正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの3枚にて構成され、前記非球面を有する正レンズの材質の屈折率を  $N_{a1}$  とした時

1.  $7 < N_{a1} < 1.8$

の条件を満足する事の特徴とするズームレンズ



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】物体側より順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群を有し、前記第 2 群を像面側に移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面移動を第 4 群を移動させて補正するズームレンズであって、前記第 4 群は、物体側より順に、非球面を有する正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの 3 枚のレンズより成り、前記非球面を有する正レンズの材質の屈折率を  $N_{a1}$  とした時

$$1.7 < N_{a1} < 1.8$$

なる条件式を満足する事の特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】前記第 3 群は、物体側より順に、像面側に比べて物体側のレンズ面の曲率がきつい正レンズ、像面側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズの 2 枚にて構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】物体側より順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群を有し、前記第 2 群を像面側に移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面移動を第 4 群を移動させて補正するズームレンズであって、前記第 3 群は、物体側より順に、像面側に比べて物体側のレンズ面の曲率が大きい正レンズ、像面側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズの 2 枚のレンズより成り、前記第 4 群は、物体側より順に、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの 3 枚のレンズより成り、前記第 3 群と第 4 群はそれぞれに少なくとも 1 面ずつの非球面を有する事の特徴とするズームレンズ。

【請求項 4】前記第 2 群は、物体側より順に、物体側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズ、そして負レンズの 4 枚のレンズより成ることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】前記第 2 群中最も像側のレンズ面の負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を、 $R_{7r}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  としたとき

$$-50 < R_{7r} / f_w < -5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特に高変倍比でありながら、大口径比で構成レンズ枚数が少ないビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像素子を用いた光学機器やフィルムを用いる写真用カメラ等の光学機器に好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より写真用カメラやビデオカメラやデジタルカメラなどに使われるズームレンズにおいて、物体側の第 1 群より後方のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、いわゆるリアフォーカス方式を採用した例が種々と提案されている。これは、リアフォーカス方式がフォーカスの際に比較的小型軽量のレンズ群を移動させるので、レンズ群の駆動力が小さくてすみ、かつ、迅速な焦点合わせができるのでオートフォーカスシステムとの相性がいい等の特徴があるためである。

【0003】例えば特開昭 63-278013 号公報では、物体側より順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、負の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群で構成された 4 群ズームレンズを開示し、第 2 群で変倍、第 4 群で変倍に伴って変動する像面の補正とフォーカシングを行っている。

【0004】しかしながら、第 3 群を負の屈折力としたズーム方式では、負の屈折力の第 2 群からの発散光を更に第 3 群で発散させることになるため、第 4 群のレンズ径が大きくなってレンズ系全体が大型化する要因になると共に、フォーカスによる収差変動が大きくなる傾向がある。

【0005】これに対して例えば、特開昭 62-206516 号公報や特開昭 62-24213 号公報や特開昭 63-247316 号公報、そして特開平 4-43311 号公報では、物体側より順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有し、第 2 群を移動させて変倍を行い、変倍に伴う像面変動を第 4 群を移動させて補正すると共にフォーカスを行ってレンズ系全体的小型化を図ったズームレンズを提案している。

【0006】特開平 6-235861 号公報においては、正、負、正、正の屈折力の 4 群を有し、第 3 群を正、負 2 レンズの 2 枚レンズで構成し、第 4 群を負、正レンズの接合と正レンズの 3 枚レンズで構成し 1.3 倍程度の変倍比を有するビデオ用の 4 群ズームレンズを開示している。

【0007】特開平 5-72472 号公報では、物体側より順に正の屈折力を持ち固定の第 1 群、負の屈折力を持ち変倍のための第 2 群、固定で集光作用を有し正の屈折力の第 3 群、像面位置を維持するために光軸上を移動する正の屈折力の第 4 群と非球面を有するズームレンズを開示している。これは、第 2 群はメニスカス状の負レンズと両レンズ面が凹面の負レンズと正レンズを配し、第 3 群は 1 面以上の非球面である単レンズから構成され、第 4 群は 1 面以上の非球面を有するレンズで構成されている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】近年一眼レフカメラやビデオカメラ等の光学機器に用いるズームレンズとして

は変倍比が 10 程度と高変倍比を有し、かつレンズ系全体が小型のものが要望されている。

【0009】一般にズームレンズにおいて各レンズ群を屈折力を強めれば所定の変倍比を得るための各レンズ群の移動量が少なくなるため、高変倍化とレンズ全長の短縮化を図ることができる。

【0010】しかしながら単に各レンズ群の屈折力を強めると、変倍に伴う収差変動が大きくなり、全変倍範囲にわたり良好な光学性能を得るのが難しくなってくるという問題点がある。

【0011】又、ズームレンズにおいてリアフォーカス方式を採用すると、前述のごとくレンズ系全体が小型化され、又、迅速なるフォーカスが可能となり、さらに近接撮影が容易となる等の特徴が得られる。

【0012】しかしながら反面、フォーカスの際の収差変動が多くなり、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般にわたり、レンズ系全体の小型化を図りつつ、高い光学性能を得るのが大変難しくなってくるという問題が生じてくる。

【0013】本発明は、リアフォーカス方式を採用し、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第 1 群がズーミング時固定でメカ機構が簡単で高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつレンズの構成枚数が少ないズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0014】この他本発明は、ズーム比が 10 倍程度と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつ F ナンバーが 1.6 と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明のズームレンズは物体側より順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群を有し、前記第 2 群を像面側に移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面移動を第 4 群を移動させて補正するズームレンズであって、前記第 4 群は、物体側より順に、非球面を有する正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの 3 枚のレンズより成り、前記非球面を有する正レンズの材質の屈折率を  $N_{a1}$  とした時

$$1.7 < N_{a1} < 1.8 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満足する事を特徴としている。

【0016】請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において前記第 3 群は、物体側より順に、像面側に比べて物体側のレンズ面の曲率がきつい正レンズ、像面側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズの 2 枚にて構成されていることを特徴としている。

【0017】請求項 3 の発明のズームレンズは物体側より順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正

の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群を有し、前記第 2 群を像面側に移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面移動を第 4 群を移動させて補正するズームレンズであって、前記第 3 群は、物体側より順に、像面側に比べて物体側のレンズ面の曲率が大きい正レンズ、像面側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズの 2 枚のレンズより成り、前記第 4 群は、物体側より順に、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの 3 枚のレンズより成り、前記第 3 群と第 4 群はそれぞれに少なくとも 1 面ずつの非球面を有する事を特徴としている。

【0018】請求項 4 の発明は請求項 1、2 又は 3 の発明において前記第 2 群は、物体側より順に、物体側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズ、そして負レンズの 4 枚のレンズより成ること特徴としている。

【0019】請求項 5 の発明は請求項 4 の発明において前記第 2 群中最も像側のレンズ面の負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を、 $R_{7r}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  としたとき

$$-50 < R_{7r} / f_w < -5 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0020】請求項 6 の発明の光学機器は請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のズームレンズを有することを特徴としている。

【0021】以下、請求項 1 の発明と請求項 3 の発明を総称して「本発明」という。

【0022】

【発明の実施の形態】図 1～図 12 は本発明のリアフォーカス式を用いたズームレンズの実施形態における説明図である。

【0023】具体的には、図 1 は数値実施例 1 のズームレンズの要部断面図、図 2、図 3、図 4 は数値実施例 1 のズームレンズの広角端、中間、望遠端における収差図である。図 5 は数値実施例 2 のズームレンズの要部断面図、図 6、図 7、図 8 は数値実施例 2 のズームレンズの広角端、中間、望遠端における収差図である。図 9 は数値実施例 3 のズームレンズの要部断面図、図 10、図 11、図 12 は数値実施例 3 のズームレンズの広角端、中間、望遠端における収差図である。図 13 は数値実施例 4 のズームレンズの要部断面図、図 14、図 15、図 16 は数値実施例 4 のズームレンズの広角端、中間、望遠端における収差図である。

【0024】図 1、図 5、図 9、図 13 に示した各数値実施例のズームレンズのレンズ断面図において、L1 は正の屈折力の第 1 群（第 1 レンズ群）、L2 は負の屈折力の第 2 群（第 2 レンズ群）、L3 は正の屈折力の第 3 群（第 3 レンズ群）、L4 は正の屈折力の第 4 群（第 4 レンズ群）である。SP は開口絞りであり、第 3 群 L3 の前方に配置している。

【0025】Gは色分解プリズムやフェイスプレートやフィルター等のガラスブロックである。IPは像面であり、CCD等の撮像素子が配置されている。

【0026】本実施形態のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際して、矢印のように第2群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4群を物体側に凸状の軌跡の一部を有しつつ移動させて補正している。

【0027】また、第4群を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。同図に示す第4群の実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。尚、第1群と第3群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0028】このように広角端から望遠端への変倍に際して第4群を物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させることにより、第3群と第4群との空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0029】本実施形態において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線4cに示すように第4群を前方へ繰り出すことにより行っている。

【0030】本実施形態のズームレンズは以上の構成を基本構成として大別して、第1発明と第2発明を含んでいる。

【0031】そして前述の基本構成の基で第1発明は第4群が物体側より、非球面を有する正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの3枚にて構成され、非球面を有する正レンズの材質の屈折率を $N_{a1}$ とした時

$$1.7 < N_{a1} < 1.8 \quad \dots (1)$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0032】ここで条件式(1)は第4群中の非球面を有する正レンズの材質の屈折率に関するもので、条件式

(1)の上限値を超えて、屈折率が高くなりすぎると、成型が難しく製造コストが著しく上昇してくるので良くない。

【0033】条件式(1)の下限値を超えて屈折率が低くなりすぎると、望遠域においてコマ収差の補正が困難になってくるので良くない。

【0034】又、第1発明においては条件式(1)の数値範囲を次の如く設定するのが収差補正上更に好ましい。

【0035】

$$1.73 < N_{a1} < 1.75 \quad \dots (1a)$$

又、第2発明は前記第3群が、物体側より像面側に比べ物体側のレンズ面の曲率がきつい正レンズ、像面側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズの2枚にて構成され、第4群が物体側より、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの3枚にて構成され、第3群と第4群が

それぞれに少なくとも1面ずつの非球面を有する事の特徴としている。

【0036】第1発明と第2発明は以上のような構成をとることによりズーム比が10倍程度と高変倍比で、Fナンバー1.6と大口径比にもかかわらず、フォーカスの際の色収差や軸外収差の変動が少なく、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般にわたり又、全変倍範囲にわたりレンズ系全体の小型化を図りつつ、高い光学性能を得ている。

【0037】又、第1発明においては前記第3群は、物体側より順に、像面側に比べて物体側のレンズ面の曲率がきつい正レンズ、像面側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズの2枚にて構成されるのが収差補正上好ましい。

【0038】本実施形態のズームレンズでは以上説明したように各群を構成することにより、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第1群がズーム時固定でメカ機構が簡単で、ズーム比が10倍と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつFナンバーが1.6と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないズームレンズを達成している。

【0039】本発明の目的とするズームレンズは、以上の構成により達成されるが、更に次の構成要件のうち少なくとも1つ以上を満足させるのがレンズ系全体の小型化及び収差補正上、好ましい。

【0040】(ア-1)前記第2群は物体側より順に、物体側のレンズ面が凸面の負メニスカスレンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズ、そして負レンズの4枚のレンズにて構成される事の特徴とすることである。

【0041】(ア-2)前記第2群中最も像側のレンズ面の負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を、 $R_{7r}$ 、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ としたとき

$$-50 < R_{7r}/f_w < -5 \quad \dots (2)$$

の条件式を満足することを特徴とすることである。

【0042】条件式(2)は、第2群の最も像側の負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を広角端の焦点距離で正規化したもので、条件式(2)の上限または下限を超えると、広角域におけるズームの諸収差の変動を補正するのが困難になってくる。

【0043】又、本発明において条件式(2)の数値範囲を次の如く設定するのが収差補正上更に好ましい。

【0044】

$$-35 < R_{7r}/f_w < -10 \quad \dots (2a)$$

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラの実施形態を図13を用いて説明する。

【0045】図13において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光

した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。15は、前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。

【0046】このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器が実現できる。

【0047】以下に、本発明の数値実施例を記載する。\*10 【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

【0051】なる式で表している。また、例えば「e-Z」の表示は「10<sup>-Z</sup>」を意味する。

【0052】前述の各条件式と数値実施例における諸数値実施例 1

$$f = 4.30 \sim 43.00 \quad Fno = 1.65 \sim 2.10 \quad 2\omega = 48.8 \sim 6.8$$

R 1 = 44.598	D 1 = 1.10	N 1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.9
R 2 = 24.328	D 2 = 5.82	N 2 = 1.487490	$\nu$ 2 = 70.2
R 3 = -250.930	D 3 = 0.20		
R 4 = 22.879	D 4 = 3.80	N 3 = 1.772499	$\nu$ 3 = 49.6
R 5 = 73.827	D 5 = 可変		
R 6 = 39.626	D 6 = 0.80	N 4 = 1.834000	$\nu$ 4 = 37.2
R 7 = 6.102	D 7 = 1.99		
R 8 = -17.891	D 8 = 0.70	N 5 = 1.882997	$\nu$ 5 = 40.8
R 9 = 17.891	D 9 = 1.80		
R10 = 18.645	D10 = 2.50	N 6 = 1.846660	$\nu$ 6 = 23.9
R11 = -18.645	D11 = 0.60	N 7 = 1.804000	$\nu$ 7 = 46.6
R12 = -117.349	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 2.50		
* R14 = 15.023	D14 = 2.60	N 8 = 1.583126	$\nu$ 8 = 59.4
R15 = -37.872	D15 = 1.21		
R16 = -19.091	D16 = 0.90	N 9 = 1.846660	$\nu$ 9 = 23.9
R17 = -30.019	D17 = 可変		
R18 = 15.478	D18 = 2.70	N10 = 1.743300	$\nu$ 10 = 49.3
* R19 = -41.056	D19 = 0.37		
R20 = 27.442	D20 = 0.80	N11 = 1.846660	$\nu$ 11 = 23.9
R21 = 7.812	D21 = 3.50	N12 = 1.487490	$\nu$ 12 = 70.2
R22 = -66.543	D22 = 可変		
R23 = $\infty$	D23 = 3.51	N13 = 1.515330	$\nu$ 13 = 64.1
R24 = $\infty$			

値との関係を表-1に示す。

【0053】

【外1】

可変間隔 \ 焦点距離	4.30	11.29	43.00
D 5	0.90	11.71	20.55
D12	21.07	10.26	1.41
D17	6.51	4.71	6.86
D22	2.80	4.60	2.45

非球面係数

14面 : k=2.85089e-02 A=0 B=-5.02316e-05 C=-4.10693e-07 D=3.61914e-08 E=-6.57786e-10

19面 : k=-7.67177e+00 A=0 B=1.04197e-04 C=5.48563e-07 D=-4.94385e-08 E=9.73922e-10

【0054】

【外2】

## 数值实施例 2

$$f = 4.27 \sim 43.00 \quad Fno = 1.65 \sim 2.04 \quad 2\omega = 49.1^\circ \sim 6.8^\circ$$

R 1 = 46.262	D 1 = 1.10	N 1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.9
R 2 = 24.782	D 2 = 5.80	N 2 = 1.487490	$\nu$ 2 = 70.2
R 3 = -213.176	D 3 = 0.20		
R 4 = 23.042	D 4 = 3.80	N 3 = 1.772499	$\nu$ 3 = 49.6
R 5 = 74.113	D 5 = 可変		
R 6 = 39.626	D 6 = 0.80	N 4 = 1.834000	$\nu$ 4 = 37.2
R 7 = 6.072	D 7 = 2.02		
R 8 = -16.916	D 8 = 0.70	N 5 = 1.882997	$\nu$ 5 = 40.8
R 9 = 16.916	D 9 = 1.40		
R10 = 17.358	D10 = 2.50	N 6 = 1.846660	$\nu$ 6 = 23.9
R11 = -17.358	D11 = 0.60	N 7 = 1.834807	$\nu$ 7 = 42.7
R12 = -66.715	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 2.50		
* R14 = 15.110	D14 = 2.60	N 8 = 1.583126	$\nu$ 8 = 59.4
R15 = -44.193	D15 = 1.38		
R16 = -18.583	D16 = 0.90	N 9 = 1.846660	$\nu$ 9 = 23.9
R17 = -27.646	D17 = 可変		
R18 = 15.045	D18 = 2.70	N10 = 1.743300	$\nu$ 10 = 49.3
* R19 = -39.532	D19 = 0.31		
R20 = 27.410	D20 = 0.80	N11 = 1.846660	$\nu$ 11 = 23.9
R21 = 7.817	D21 = 3.50	N12 = 1.487490	$\nu$ 12 = 70.2
R22 = -69.304	D22 = 可変		
R23 = $\infty$	D23 = 3.51	N13 = 1.516330	$\nu$ 13 = 64.1
R24 = $\infty$			

焦点距離	4.27	11.28	43.00
可変間隔			
D 5	0.90	11.85	20.80
D12	21.26	10.31	1.35
D17	6.57	4.78	6.87
D22	2.80	4.59	2.50

## 非球面係数

$$14\text{面: } k = -1.10157e-01 \quad A = 0 \quad B = -4.19118e-05 \quad C = -5.94689e-07 \quad D = 4.32418e-08 \quad E = -7.37995e-10$$

$$19\text{面: } k = -9.35265e+00 \quad A = 0 \quad B = 1.05986e-04 \quad C = 3.17972e-07 \quad D = -3.77895e-08 \quad E = 7.34107e-10$$

【0055】

【外3】

## 数値実施例 3

$$f = 4.25 \sim 43.00 \quad F\# = 1.65 \sim 2.02 \quad 2\omega = 49.2^\circ \sim 6.8^\circ$$

R 1 = 45.341	D 1 = 1.10	N 1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.9
R 2 = 24.522	D 2 = 5.87	N 2 = 1.487490	$\nu$ 2 = 70.2
R 3 = -254.645	D 3 = 0.20		
R 4 = 23.085	D 4 = 3.70	N 3 = 1.772499	$\nu$ 3 = 49.6
R 5 = 76.545	D 5 = 可変		
R 6 = 39.626	D 6 = 0.80	N 4 = 1.834000	$\nu$ 4 = 37.2
R 7 = 6.263	D 7 = 2.02		
R 8 = -15.696	D 8 = 0.70	N 5 = 1.882997	$\nu$ 5 = 40.8
R 9 = 15.696	D 9 = 1.36		
R10 = 17.632	D10 = 2.50	N 6 = 1.846660	$\nu$ 6 = 23.9
R11 = -17.632	D11 = 0.60	N 7 = 1.804000	$\nu$ 7 = 46.6
R12 = -55.591	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 2.50		
* R14 = 15.323	D14 = 2.60	N 8 = 1.583126	$\nu$ 8 = 59.4
R15 = -37.695	D15 = 1.40		
R16 = -16.590	D16 = 0.90	N 9 = 1.846660	$\nu$ 9 = 23.9
R17 = -25.045	D17 = 可変		
R18 = 15.271	D18 = 2.70	N10 = 1.743300	$\nu$ 10 = 49.3
* R19 = -38.647	D19 = 0.30		
R20 = 28.360	D20 = 0.80	N11 = 1.846660	$\nu$ 11 = 23.9
R21 = 8.128	D21 = 3.50	N12 = 1.487490	$\nu$ 12 = 70.2
R22 = -63.519	D22 = 可変		
R23 = $\infty$	D23 = 2.50	N13 = 1.516800	$\nu$ 13 = 64.2
R24 = $\infty$			

焦点距離	4.25	11.22	43.00
可変間隔			
D 5	0.90	11.86	20.83
D12	21.26	10.29	1.32
D17	6.67	4.89	7.00
D22	2.80	4.58	2.47

## 非球面係数

14面:  $k=4.72485e-01$   $A=0$   $B=-5.24653e-05$   $C=-7.31144e-07$   $D=4.55803e-08$   $E=-7.75230e-10$

19面:  $k=-1.87868e+01$   $A=0$   $B=8.94274e-05$   $C=1.02258e-07$   $D=-1.90484e-08$   $E=3.90197e-10$

【0056】

【表1】

表1

条件式	数 値 実 施 例		
	1	2	3
(1) $N_{a1}$	1.743	1.743	1.743
(2) $R7r/fw$	-27.3	-15.5	-13.1

【0057】数値実施例1～3において

第1群の構成は物体側より、負レンズと正レンズの接合レンズ、物体側が凸面の正メニスカスレンズの3枚構成である。

【0058】第2群の構成は、物体側より順に、物体側が凸面の負メニスカスレンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズと像側が凸面の負

レンズを接合した4枚のレンズにて構成されている。

【0059】第3群の構成は、物体側より順に像面側に比べて物体側のレンズ面の曲率がきつい正レンズ、像面側が凸面の負メニスカスレンズの2枚にて構成されている。

【0060】第3群の物体側に絞りを有し、第3群中の正レンズの物体側のレンズ面に非球面を有する。

【0061】第4群は物体側より、非球面を有する正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの3枚にて構成されている。

【0062】

【発明の効果】本発明によれば、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第1群がズーミング時固定でメカ機構が簡単で高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつレンズの構成枚数が少ない

ームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【0063】この他本発明によれば、特に、ズーム比が10倍程度と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつFナンバーが1.6と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 数値実施例1のズームレンズのレンズ断面図である。

【図2】 数値実施例1のズームレンズの広角端における収差図である。

【図3】 数値実施例1のズームレンズの中間ズーム位置における収差図である。

【図4】 数値実施例1のズームレンズの望遠端における収差図である。

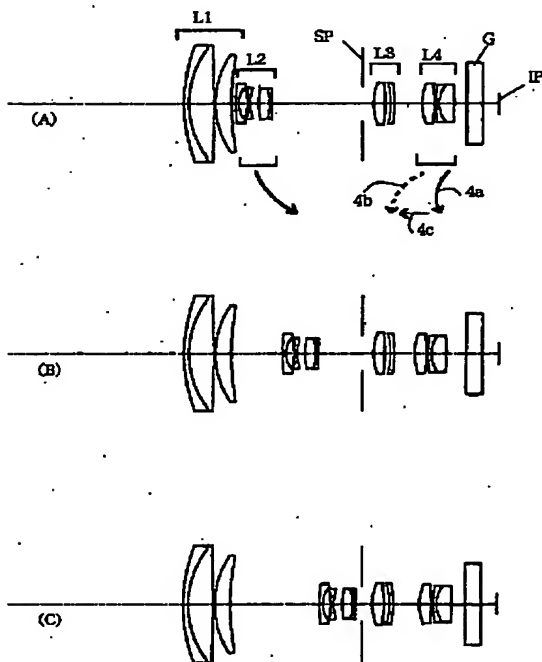
【図5】 数値実施例2のズームレンズのレンズ断面図である。

【図6】 数値実施例2のズームレンズの広角端における収差図である。

【図7】 数値実施例2のズームレンズの中間ズーム位置における収差図である。

【図8】 数値実施例2のズームレンズの望遠端にお

【図1】



(8)

ける収差図である。

【図9】 数値実施例3のズームレンズのレンズ断面図である。

【図10】 数値実施例3のズームレンズの広角端における収差図である。

【図11】 数値実施例3のズームレンズの中間ズーム位置における収差図である。

【図12】 数値実施例3のズームレンズの望遠端における収差図である。

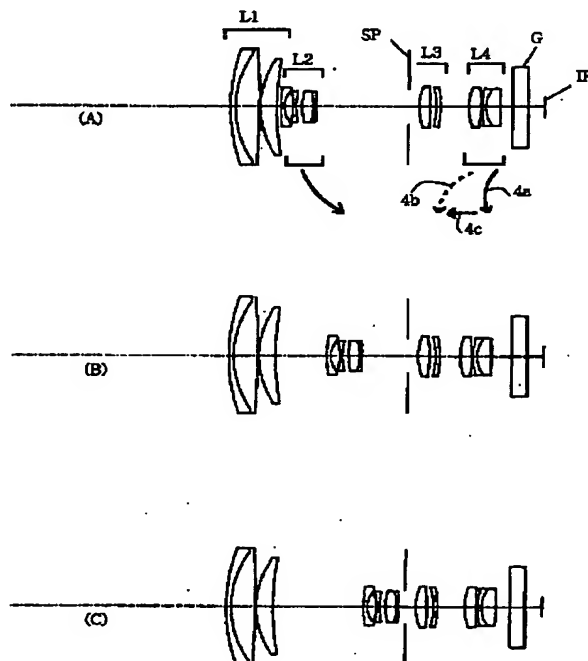
10 【図13】 本発明の光学機器における要部概略図である。

【符号の説明】

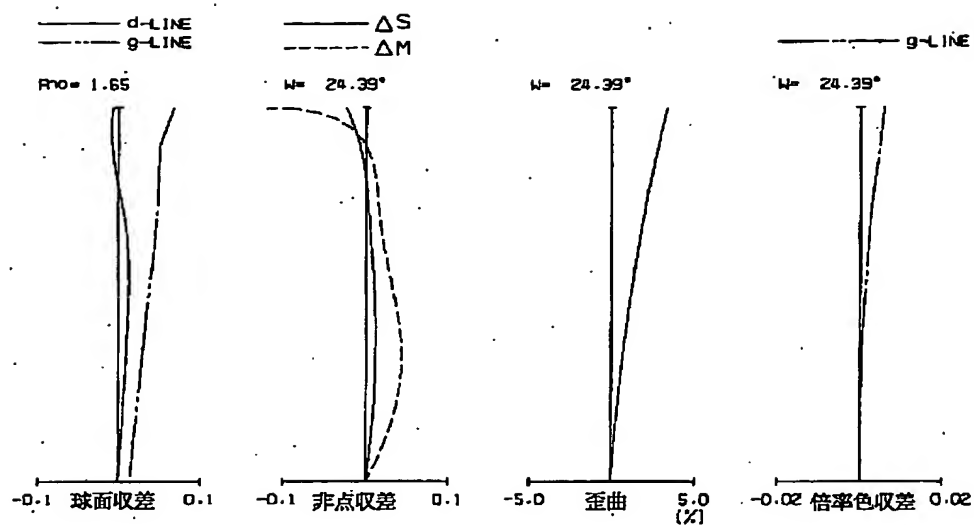
L 1	第1群
L 2	第2群
L 3	第3群
L 4	第4群
S P	絞り
G	ガラスブロック
I P	像面
d	d線
Δ M	メリディオナル像面
Δ S	サジタル像面

20

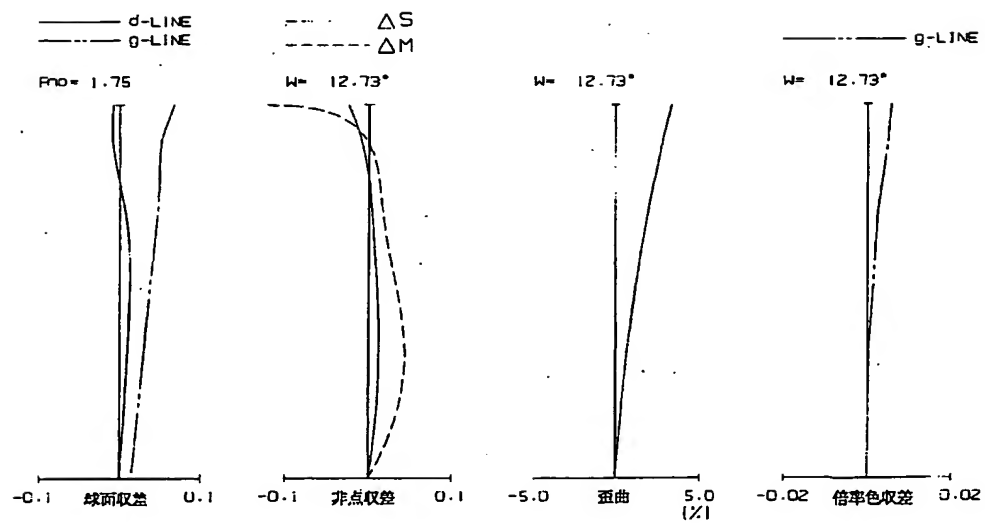
【図5】



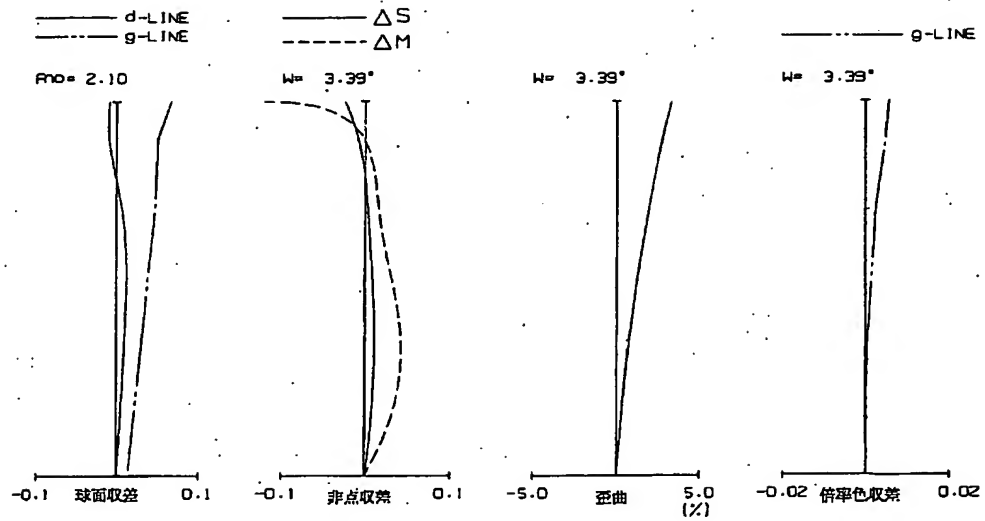
【図2】

 $f = 4.30$ 

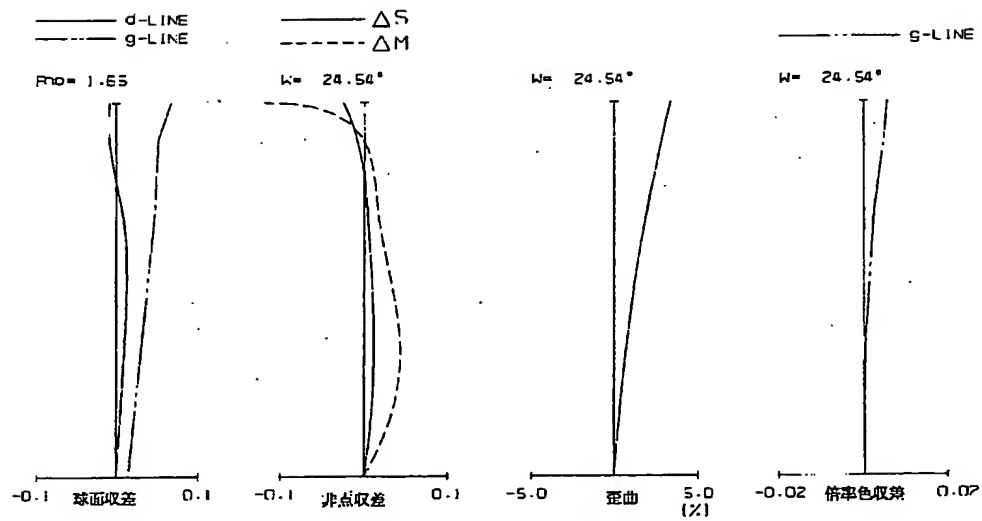
【図3】

 $f = 11.29$ 

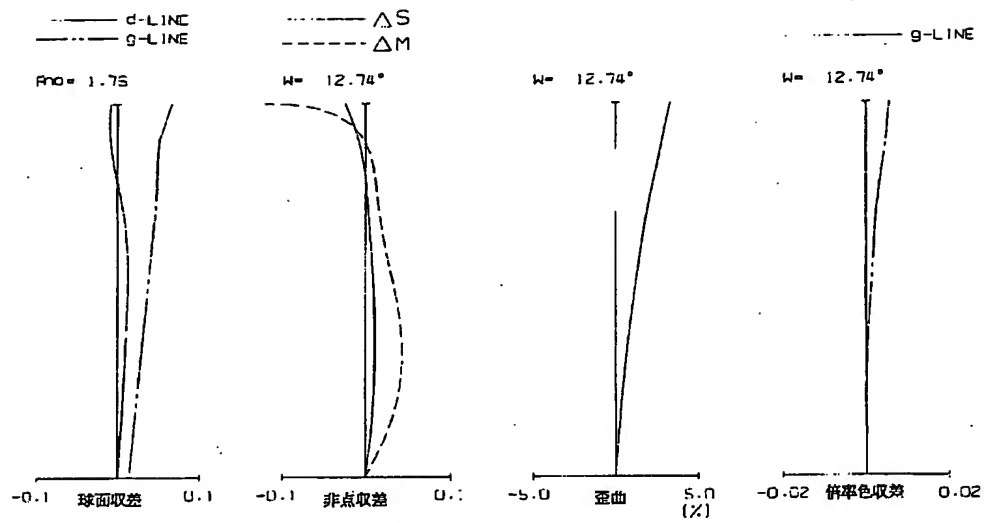
【図4】

 $f = 43.00$ 

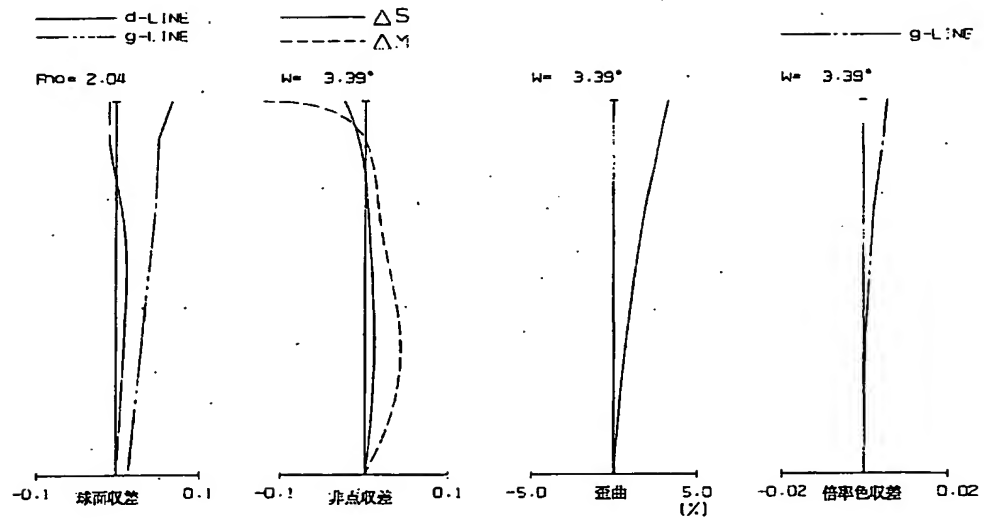
【図6】

 $f = 4.27$ 

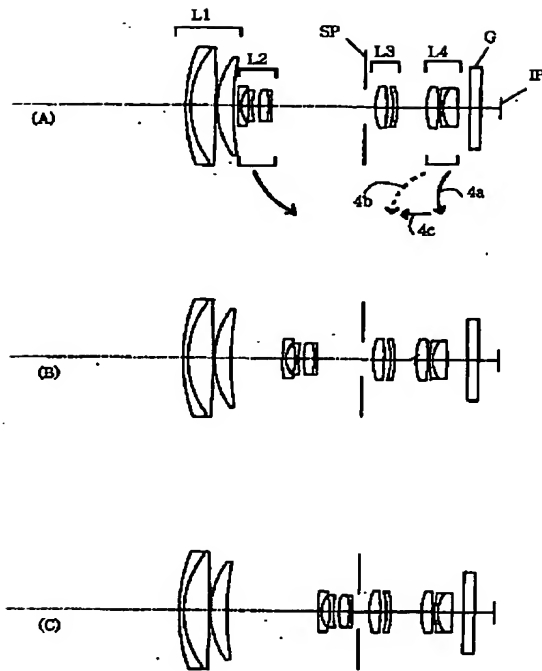
【図7】

 $f = 11.20$ 

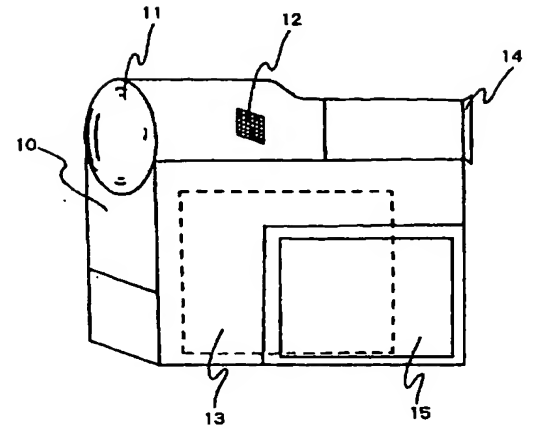
【図8】

 $f = 43.00$ 

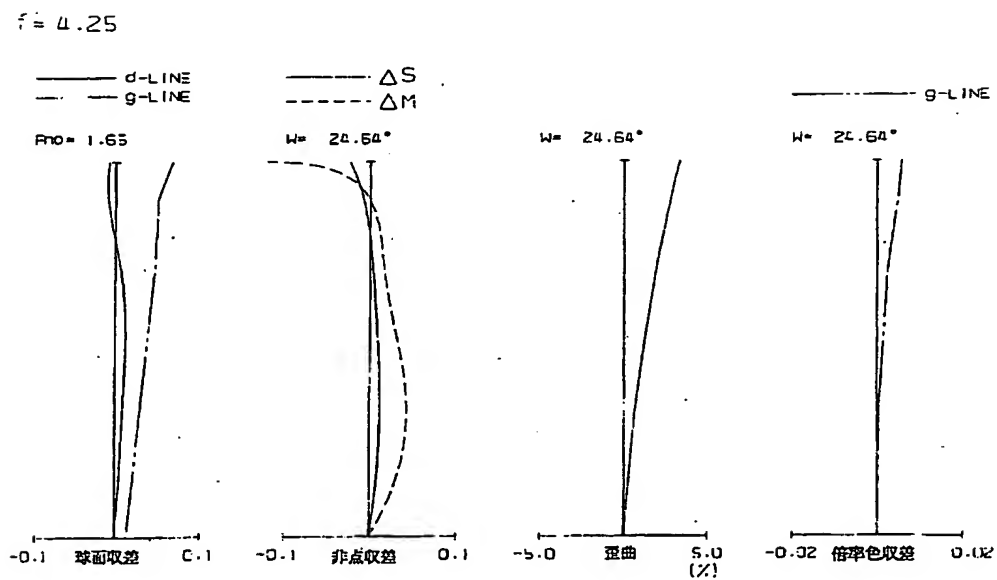
【図9】



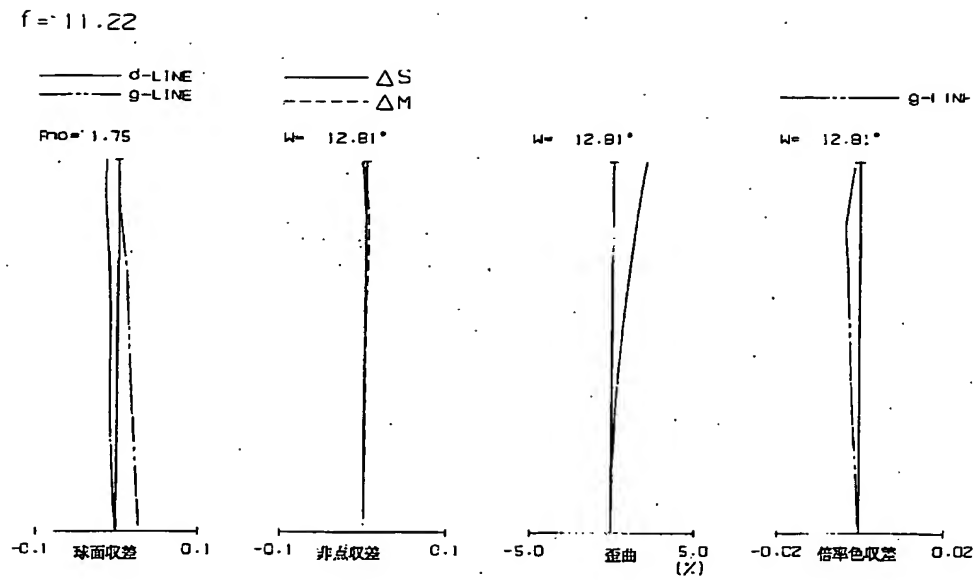
【図13】



【図10】



【図11】



【図12】

